



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO AQUICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



Olívia Maria Guimarães Gemael

Efeito do uso de duas macroalgas pardas na desempenho do camarão
branco-do-pacífico

Florianópolis, Santa Catarina, Brasil
Novembro, 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO AQUICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Olívia Maria Guimarães Gemael

Efeito do uso de duas macroalgas pardas na sanidade do camarão-branco-
do-pacífico

Trabalho apresentado para a
matéria de Trabalho de
Conclusão de Curso do
curso de Engenharia de
Aquicultura

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Leila Hayashi

Florianópolis, Santa Catarina, Brasil
Novembro, 2016

AGRADECIMENTOS

O meu primeiro agradecimento vai ao pessoal do LCM, desde os que acompanharam o experimento, até os que me acompanharam nos almoços de final de semana. Um obrigada especial ao Davi e ao Felipe que tiveram muita paciência pra me ajudar e entenderam as minhas dificuldades, bem como tiveram disposição pra me ajudar a deixar tudo sempre da maneira certa.

Agradeço aos meus colegas do Laboratório de Macroalgas, em especial ao Pontinha, Luiza e Matheus que acompanharam o dia a dia do experimento e participaram das decisões e descobertas que eu tive.

Agradeço também ao Filipe, que me acompanhou em uma experiência memorável da minha vida e nunca hesitou em compartilhar seus saberes comigo.

Agradeço a minha orientadora e mentora querida, Prof. Leila, que eu considero com todo coração uma mãezona não só da faculdade, mas da vida.

Agradeço a minha outra mentora querida, Prof. Katt, que teve participação imprescindível nos meus anos de graduação e no meu aprendizado.

Agradeço aos meus colegas de faculdade que me acompanharam por esses 5 anos. Por terem me aguentado com tanto amor, um agradecimento especial a Morgana, Marina e Ana Clara.

Agradeço a todos os meus amigos curitibanos e florianopolitanos que estiveram comigo ao longo desses 5 longos anos, mesmo que só aos finais de semana.

Pela oportunidade de realizar um intercâmbio cultural, acadêmico e cheio de aprendizados, agradeço a ELAP, a Dalhousie e a Acadian Seaplants.

Agradeço aos meus professores, que sempre tiveram disposição pra me ajudar no que precisei. Um obrigada especial à Anita, que nunca mediu esforços pra fazer o que podia pra tornar a minha experiência acadêmica melhor.

Por último e não menos importante, gostaria de agradecer a minha família, que é a melhor do mundo e esteve comigo durante esses anos, mesmo que de longe. Kicão e Lucilia Maria, me criaram com toda dedicação e sempre me deram forças pra não desistir. Aos meus irmãos, que são meus maiores exemplo. Em especial pra Mano, que tirou um bom tempo pra me ajudar a revisar a redação.

Muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – Número de *Vibrio* spp. ($\times 10^5$ UFC/g) medidos no trato intestinal de *L. vannamei* por tratamento; SG = tratamento com *S. filipendula*, AN = tratamento com *A. nodosum*, C = tratamento controle. Dados apresentados com média \pm desvio padrão. 16
- FIGURA 2 - Bactérias heterotróficas totais ($\times 10^5$ UFC/g) encontradas no trato intestinal de *L. vannamei* por tratamento; SG = tratamento com *S. filipendula*, AN = tratamento com *A. nodosum*, C = tratamento controle. Dados apresentados com média \pm desvio padrão. 16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da dieta referência utilizada no experimento.....	11
Tabela 2 - Desempenho zootécnico de camarões <i>L. vannamei</i> quando sob adição de macroalgas pardas na ração pelo período de 28 dias. Dados apresentados com média \pm desvio padrão. As letras representam as diferenças significativas entre tratamentos e controle.....	14
Tabela 3 - Mortalidade de camarões alimentados por diferentes tratamentos, em relação ao tempo, quando desafiados por <i>V. Parahaemolyticus</i>	17

EFEITO DO USO DE DUAS MACROALGAS PARDAS NA DESEMPENHO DO CAMARÃO-BRANCO-DO-PACÍFICO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos das macroalgas pardas *Sargassum filipendula* e *Ascophyllum nodosum* no desempenho zootécnico e na resistência do camarão-branco-do-pacífico *Litopenaeus vannamei*. Juvenis de aproximadamente 3,5 gramas de camarão-branco-do-pacífico cultivados no Laboratório de Camarões Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) foram distribuídos em 9 aquários de 100 litros, e alimentados com ração comercial acrescida de 0,5% de macroalgas secas (*Sargassum* ou *Ascophyllum*) durante 28 dias. No controle, os camarões foram alimentados apenas com a mesma ração, porém sem adição de material algáceo. Biometrias semanais foram realizadas para avaliar o desempenho zootécnico dos animais e fazer a correção de quantidade de ração a ser administrada. Após o período de cultivo, análises do trato intestinal para bactérias heterotróficas e *Vibrio* spp. foram realizadas. Posteriormente, dez animais foram aleatoriamente selecionados e submetidos ao desafio com *Vibrio parahaemolyticus*. Os resultados foram analisados por meio de ANOVA unifatorial, e teste de Tukey ($p < 0,05$) quando necessário. O ganho em peso semanal e total e a eficiência alimentar dos animais alimentados com *S. filipendula* foram significativamente maiores em relação às outras dietas. Não houve diferença significativa entre as dietas com relação aos resultados da análise microbiológica e desafio frente ao *V. parahaemolyticus*. Baseado nos resultados encontrados, a conclusão é que a inclusão de 0,5% de *S. filipendula* e *A. nodosum* estimula o ganho de peso de camarão branco-do-pacífico, embora não afete a concentração de bactérias heterotróficas e *Vibrio* spp. no trato intestinal destes animais. Tal inclusão também não influencia na taxa de sobrevivência dos animais quando desafiados por *V. parahaemolyticus*.

Palavras-chave: *Sargassum filipendula*, *Ascophyllum nodosum*, *Litopenaeus vannamei*, vibrio, imunoestimulante, bioativos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1 Material biológico	10
2.3 Dietas experimentais	10
2.4 Condições experimentais	11
2.5 Desempenho zootécnico	12
2.6 Análise da microbiota do trato intestinal	13
2.7 Infecção experimental.....	13
2.8 Análise estatística.....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
3.1 Qualidade de água	13
3.2 Desempenho zootécnico	14
3.3 Análise microbiota intestinal	16
3.4 Desafio frente ao <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	17
4. CONCLUSÃO	18
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1 INTRODUÇÃO

O camarão *Litopenaeus vannamei* é o crustáceo mais produzido mundialmente (FAO, 2014). A espécie possui pacote tecnológico desenvolvido, bom desempenho zootécnico e boa aceitação no mercado (ANDREATTA et al., 2004). Entretanto, como os crustáceos possuem apenas sistema imune inato, não há possibilidade de desenvolver vacinas específicas para prevenir doenças em cultivos, configurando um grande problema na carcinicultura.

Segundo Bachére (2000), a carcinicultura teve grande crescimento na década de 1980, mas a falta de conhecimento da fisiologia dos peneídos e de consideração de aspectos ecológicos intensificou problemas causados por doenças infecciosas e não infecciosas. Doenças que estão se estabelecendo nos cultivos de camarão aumentam o interesse em estudar a sanidade de camarões e fontes alternativas para aumentar a imunidade destes animais (CHANG, 2000). Uma estratégia é aumentar a resposta inata do sistema imune de camarões utilizando imunoestimulantes (SAKAI, 1999) que, na alimentação, por exemplo, pode ajudar a aumentar a resistência a doenças (CHANG, 2000). Com base nessa necessidade, a utilização de imunoestimulantes como maneira de controlar o estabelecimento de doenças em camarão tem sido estudada por pesquisadores do mundo todo.

As macroalgas marinhas são ricas em polissacarídeos sulfatados, moléculas conhecidas por apresentarem diversas atividades biológicas, tais como anticoagulante, antitrombótica, antiviral, antitumoral, antiproliferativa e anti-inflamatória (ATHUKORALA et al., 2007). Chotigeat e colaboradores (2004) afirmam que extratos de macroalgas que contém fração de polissacarídeos tem uma habilidade eficiente de aumentar as respostas imunológicas e resistência a doenças de camarões. De acordo com Peñaflorida e colaboradores (1996), a utilização de extratos de algas tem um custo de produção muito alto, de maneira que a utilização da alga inteira como alimentação pode ser uma alternativa melhor. No Brasil, poucos estudos relatam o efeito imunoestimulante dos polissacarídeos sulfatados de algas marinhas na aquicultura (ARAUJO et al., 2008).

Além de camarões, extratos quentes de algas como *Undaria pinnatifida* e *Sargassum autumnale* aumentaram a resistência da carpa comum *Cyprinus carpio* contra *Edwardsiella tarda* (FUJIKI et al., 1992). O mesmo grupo de pesquisadores

também reportou o aumento da resistência do yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) contra *Streptococcus*.

O alginato de sódio e extratos das macroalgas *U. pinnatifida* e *Lessonia nigrescens* também foram estudados no aumento da resistência do *L. vannamei* contra *V. alginolyticus*. Algas como *Ulva lactuca*, *Sargassum wightii* e *Gracilaria edulis* têm demonstrado certa atividade contra bactérias patogênicas e não-patogênicas (KASTHURI, 1998).

Camarões *L. vannamei* quando imersos em água com pó de *Sargassum hemiphyllum* e seu extrato, tiveram sua resistência aumentada quando infectados por *V. alginolyticus* (CHEN e HOU, 2004). Immanuel et al. (2012) afirmam que camarões da espécie *Penaeus monodon*, quando alimentados com dieta adicionada com fucoidana (extraída de *Sargassum wightii*) teve a resistência contra infecção do vírus da mancha branca (WSSV) aumentada.

As espécies do gênero *Sargassum* e *Undaria* contêm polissacarídeos biologicamente ativos e apresentam atividades antitumoral, antibacteriano e antiviral (ZHANG, 1988). Estudos recentes revelam que extratos (contendo fração polissacarídea) de diferentes macroalgas têm habilidade de aumentar o status imune ou a resistência a doenças de animais (HUANG & ZANG, 2005). Segundo Huang e colaboradores (2006), extratos polissacarídeos de *S. fusiforme* aumentaram a resistência do camarão *Fenneropenaeus chinensis* quando injetado com *Vibrio* spp, entretanto os extratos não afetaram o crescimento dos animais.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o uso das macroalgas pardas *Sargassum filipendula* e *Ascophylum nodosum* como aditivo na alimentação de camarões *Litopenaeus vannamei*, pelo desempenho zootécnico, microbiota intestinal e sobrevivência após desafio com *Vibrio parahaemolyticus*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido na Seção de Macroalgas do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os experimentos foram realizados em um período de 5 semanas entre agosto e setembro de 2016.

2.1 Material biológico

Foram utilizados juvenis de aproximadamente 3,5 gramas de camarão-branco-do-pacífico *Litopenaeus vannamei* cultivados no LCM. A linhagem antecessora destes indivíduos é livre de patógenos específicos (SPF – *Specific Pathogen Free*) de notificação obrigatória pela Organização Mundial de Epizootias (OIE).

Amostras da macroalga parda *S. filipendula* foram coletados na praia da Ponta do Sambaqui, em Florianópolis, Santa Catarina. A massa seca das algas foi lavada com água doce e seca em estufa a 35 °C nas 3 primeiras horas e a 50 °C por 12 horas seguintes em estufa com aeração.

Espécimes da macroalga parda *A. nodosum*, originária da região leste do Canadá, foram cedidas pela empresa *Acadian Seaplants* e submetidas ao mesmo protocolo padrão descrito anteriormente.

2.3 Dietas experimentais

De acordo com experimentos prévios, a porcentagem 0,5% de adição algácea nas rações foi determinada para elaboração das dietas (V. Pontinha, 2016 – dados não publicados). Como tratamentos, foram utilizadas dietas com *S. filipendula* (SG) e com *A. nodosum* (AN). Como controle, foi utilizada apenas a ração base, sem adição de material algáceo.

A ração base empregada nos tratamentos foi produzida no Laboratório de Nutrição de Espécies Aquícolas (LABNUTRI) da UFSC. As dietas utilizadas foram formuladas (Tab. 1) com o software Optimal Fórmula 2000, seguindo recomendações de exigências nutricionais para o *L. vannamei*.

Tabela 1 - Composição da dieta referência utilizada para alimentação de juvenis de *L. vannamei*

INGREDIENTES	g.kg ⁻¹
Farelo de soja	424
Farinha de resíduo de peixe	232
Farinha de trigo	150
Caulim	84
Lecitina	30
Fosfato monocálcico	20
Premix mineral-vitamínico	15
Cloreto de sódio	12
Óleo de soja	10
Óleo de fígado de bacalhau	10
Sulfato de magnésio	7,7
Aglutinante (CMC)	5
Vitamina C	0,6

A ração foi triturada e peneirada antes da adição das algas. A quantidade de cada alga foi adicionada de acordo com cada tratamento no lugar do material inerte (caulim) e, em seguida, a ração foi peneirada em malha de 600 μm . A mistura foi peletizada, com tamanho final do pellet de 2,00 mm (expansão de 0,5 mm). As rações foram secas em estufa a 35 °C até atingirem umidade de 10% e posteriormente foram armazenadas em sacos plásticos a temperatura de 4 °C.

2.4 Condições experimentais

Foram utilizados 9 aquários de vidro de 100 litros, com volume útil total de 60 litros, equipados por sistema de aeração da água individual com auxílio de pedra porosa. Cada aquário foi povoado com 16 camarões. Os dois tratamentos e a dieta controle foram realizadas em triplicatas, mantidos em sala em temperatura controlada de 29 °C. Os aquários foram mantidos a temperatura de 29 °C \pm 1 °C com auxílio de aquecedores elétricos acoplados a termostato e fotoperíodo de 12 horas.

As alimentações foram administradas no início e final da manhã (8:30 h e 11:00 h) e à tarde (14:00 h e 17:00 h), totalizando quatro alimentações diárias, de acordo com Robertson e colaboradores (1993). A quantidade de ração fornecida foi ajustada semanalmente de acordo com o crescimento dos animais, conforme protocolo padrão do LCM. As dietas utilizadas continham 0,5% de *S. filipendula* (SG), 0,5% de *A. nodosum* (AN) e sem conteúdo algáceo (C).

A taxa de renovação diária de água foi de 50% do volume útil total do aquário, juntamente com a remoção de sólidos suspensos e conteúdo de matéria orgânica como resíduos de ração, fezes e mudas. Temperatura e oxigênio dissolvido foram aferidos duas vezes ao dia, antes da primeira e da última alimentação do dia. Outros parâmetros como amônia total, nitrito, alcalinidade e pH foram medidos semanalmente, seguindo os protocolos padrões do LCM.

Foram avaliados: a) desempenho zootécnico, utilizando todos os animais cultivados que foram submetidos aos tratamentos por 28 dias; b) a análise microbiológica do intestino com um número amostral de 5 indivíduos por aquário e, c) sobrevivência frente ao desafio com *Vibrio parahaemolyticus* em 10 animais por aquário, após 34 dias. Todas as análises foram feitas em triplicata.

2.5 Desempenho zootécnico

Semanalmente, todos os animais em experimento foram submetidos a biometria. Após o período de 4 semanas, os seguintes índices zootécnicos foram avaliados:

a) sobrevivência:

$$\text{Sobrevivência (\%)} = (\text{número final/número inicial}) \times 100$$

b) ganho em peso:

$$\text{Ganho em peso total (g)} = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

$$\text{Ganho em peso semanal (g)} = \frac{\text{ganho em peso final}}{\text{número de semanas de experimento}}$$

c) eficiência alimentar:

$$\text{Eficiência alimentar (\%)} = \frac{\text{ganho em peso final}}{\text{alimento ofertado em matéria seca}}$$

d) taxa de crescimento específico:

$$\text{Taxa crescimento específico (\%)} = \frac{100 \times \ln \text{peso final} - \ln \text{peso inicial}}{\text{dias de tratamento}}$$

2.6 Análise da microbiota do trato intestinal

A análise da microbiota do trato intestinal foi realizada de acordo com Ramirez (2011). Foram amostrados tratos digestivos de cinco camarões por aquário (um *pool* de 5 camarões). Os tratos intestinais foram pesados e homogeneizados em um graal. Posteriormente, foram diluídos serialmente (1/10) em solução salina estéril 3% (SSE) e semeados em meio de cultura Ágar Marinho para contagem de bactérias heterotróficas totais, e em ágar tiosulfato citrato bile sacarose (TCBS) para contagem de *Vibrio* spp. Os intestinos semeados nas placas de Petri foram incubados em estufa, sob temperatura de 30 °C por 24 horas, quando foram efetuadas contagens totais de unidades formadoras de colônias (UFC).

2.7 Infecção experimental

Após 5 semanas de tratamento, dez camarões de cada tanque (somando 30 por tratamento) foram transferidos para 16 caixas de 30 L com oxigênio e temperatura regulados para o desafio experimental, que ocorreu no Laboratório de Qualidade de Água localizado no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFSC. Cada camarão foi injetado com 100 µL de *V. parahaemolyticus* em uma concentração de 3×10^8 UFC mL⁻¹ segundo teste DL50 realizada previamente no LCM. Como controle, um grupo de camarões foi injetado no primeiro segmento dorsal com 100 µL de solução salina estéril (SSE). Os camarões foram monitorados durante 48 h e após esse período foi avaliada a sobrevivência. Todos os tratamentos foram realizados em triplicata. Este teste foi realizado uma semana após o de análise da microbiota do trato intestinal por conta de disponibilidade do laboratório.

2.8 Análise estatística

Os dados foram analisados por meio de Análise de variância unifatorial (ANOVA) levando em consideração as premissas necessárias – homogeneidade e normalidade dos dados. Quando detectadas diferenças significativas, foram realizados teste *a posteriori* de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software *Statistica 13*, considerando-se $p < 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Qualidade de água

Os parâmetros de qualidade de água não diferiram significativamente entre os tratamentos. A temperatura se manteve em $28,42 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,91 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (média \pm desvio padrão), concentração de oxigênio dissolvido em $5,3 \text{ mg mL}^{-1} \pm 2,29 \text{ mg mL}^{-1}$, salinidade de 35‰, pH $7,52 \pm 0,34$, alcalinidade $174 \text{ ppm} \pm 4,95 \text{ ppm}$, concentração de amônia total de $1,71 \text{ mg mL}^{-1} \pm 0,46 \text{ mg mL}^{-1}$ e concentração de nitrito $0,34 \text{ mg mL}^{-1} \pm 0,11 \text{ mg mL}^{-1}$, parâmetros considerados dentro dos limites recomendados de qualidade de água para a criação da espécie (VINATEA, 2004).

3.2 Desempenho zootécnico

Não foram observadas diferenças significativas na sobrevivência dos camarões durante o período experimental antes da realização do desafio, sendo: $98\% \pm 3,61\%$ no tratamento SG, 100% no tratamento AN e 100% no tratamento C.

De acordo com Suárez e colaboradores (2008), a maioria dos estudos com adição de macroalgas reporta excelente taxa de sobrevivência em camarões em inclusões de até 10% da dieta.

Em relação ao ganho de peso, dietas enriquecidas com macroalgas resultaram em valores mais altos do que a do controle. Especificamente, SG apresentou diferenças significativas em relação ao tratamento AN e controle, tanto no ganho de peso total quanto no ganho de peso semanal (Tab. 2).

Tabela 1 - Desempenho zootécnico de camarões *L. vannamei* quando sob adição de macroalgas pardas pelo período de 28 dias. Legenda: SG – *Sargassum filipendula*; AN – *Ascophylum nodosum*; C – Controle.

Parâmetros zootécnicos	SG	AN	C
Peso inicial (g)	$3,24 \pm 0,15 \text{ a}$	$3,26 \pm 0,16 \text{ a}$	$3,31 \pm 0,14 \text{ a}$
Peso final (g)	$9,55 \pm 0,81 \text{ b}$	$8,95 \pm 0,67 \text{ a}$	$8,60 \pm 0,72 \text{ a}$
Ganho em peso total (g)	$6,31 \pm 0,87 \text{ b}$	$5,68 \pm 0,68 \text{ a}$	$5,30 \pm 0,73 \text{ a}$
Ganho em peso semanal (g)	$1,58 \pm 0,22 \text{ b}$	$1,42 \pm 0,17 \text{ a}$	$1,32 \pm 0,18 \text{ a}$
Eficiência alimentar total (%)	$5,17 \pm 0,21 \text{ b}$	$4,55 \pm 0,13 \text{ a}$	$4,25 \pm 0,10 \text{ a}$
Taxa de crescimento específico (%)	$4,35 \pm 0,11 \text{ b}$	$4,09 \pm 0,18 \text{ b}$	$3,85 \pm 0,10 \text{ a}$

Dados apresentados com média \pm desvio padrão. As letras representam as diferenças significativas entre tratamentos e controle.

Lima e colaboradores (2008) não encontraram diferenças no crescimento entre os tratamentos em experimento utilizando apenas polissacarídeos sulfatados da macroalga parda *Spatoglossum schroederi* sob imersão na água de cultivo de juvenis e pós-larvas de *L. vannamei*. Barroso e colaboradores (2007) tiveram

resultado similar quando testaram diferentes concentrações de polissacarídeos sulfatados extraídos de *Botryocladia occidentalis* sob imersão em pós-larvas de *L. vannamei*. O(s) composto(s) bioativo(s) das macroalgas *Sargassum filipendula* e *Ascophyllum nodosum* responsável pelo aumento de crescimento ainda não foi ou foram identificados pela literatura, mas o benefício para o camarão parece estar associado a quantidade de vitamina, conteúdo mineral, mobilização lipídica, taxa de eficiência de assimilação e aumento de absorção (SUAREZ et al., 2008).

A taxa de crescimento encontrada no tratamento SG foi de $4,35 \pm 0,11\%$ dia⁻¹, valor próximo ao crescimento relacionado a uma das dietas utilizadas por Hafezieh e colaboradores (2014), com 5% de *S. illicifolium*, onde a taxa de crescimento do camarão atingiu $5,17\%$ dia⁻¹ $\pm 1,86\%$ dia⁻¹. Segundo os autores, a taxa de crescimento dos animais diminuiu de acordo com a redução da concentração de algas administradas no experimento.

Cárdenas e colaboradores (2015) fizeram um mix de algas pardas dos gêneros *Macrocystis*, *Lessonia* e da família *Lessoniaceae* e administraram para juvenis de camarão branco em duas concentrações diferentes (de 4% e 8%); os resultados de taxa de conversão específica foram de $3,25\%$ dia⁻¹ $\pm 0,23\%$ dia⁻¹ no tratamento com 4% de mix e $3,22\%$ dia⁻¹ $\pm 0,09\%$ dia⁻¹ no tratamento com 8%, não diferindo do controle, porém esta dieta apresentou maior coeficiente de digestibilidade quando em sistema de recirculação.

A alimentação é um dos pontos mais críticos da carcinicultura, pois a ração geralmente representa a maior despesa (50%) para uma empresa de aquicultura (CARDENAS et al., 2015). Da Silva e Barbosa (2009), testaram o uso de *Hypnea cervicornis* e *Cryptonemia crenulata* na alimentação de pós-larva de camarão branco, e concluíram que há um aumento na taxa de conversão alimentar conforme a concentração de alga aumentou na dieta. Camarões alimentados com a adição de 3% de *Gracilaria heteroclada* e de 5% de *Kappaphycus alvarezii* apresentaram diferenças significativas de ganho de peso com relação ao controle (PEÑAFLORES et al., 1996).

3.3 Análise microbiota intestinal

Foram realizados testes para quantificar a população de *Vibrio* spp. e de bactérias heterotróficas totais no trato intestinal dos animais. Ambos os testes não apresentaram diferenças significativas entre as dietas e o controle (Fig. 2 e 3).

Macroalgas são potencialmente uma excelente fonte de bioativos que podem ser utilizados no desenvolvimento de novos ingredientes (MIRANDA et al., 2016).

Figura 1 – Total de *Vibrio* spp. (UFC/g) medidos no trato intestinal de *L. vannamei* por tratamento; SG = tratamento com *S. filipendula*, AN = tratamento com *A. nodosum*, C = tratamento controle. Dados apresentados com média \pm desvio padrão.

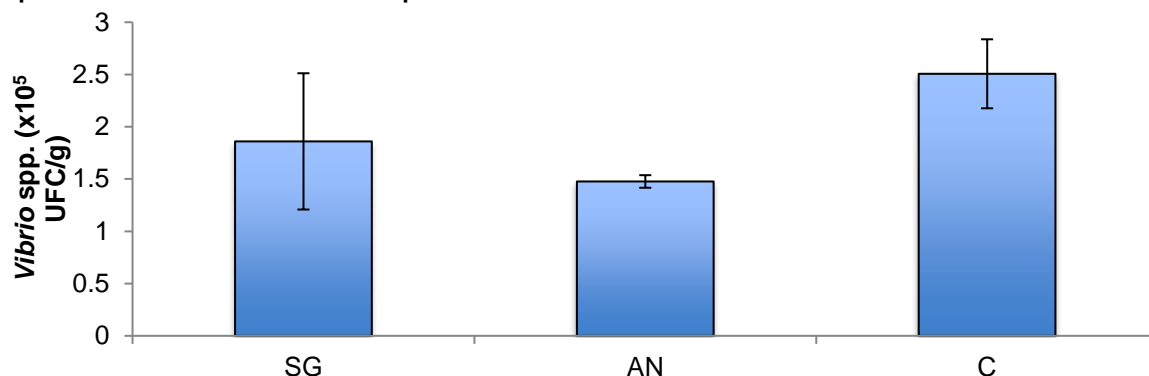
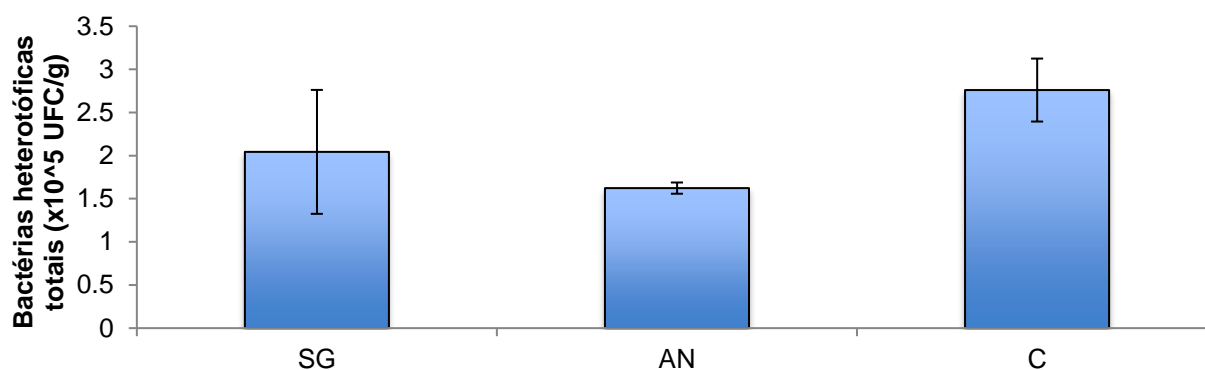


Figura 2 – Total de bactérias heterotróficas totais (UFC/g) encontradas no trato intestinal de *L. vannamei* por tratamento; SG = tratamento com *S. filipendula*, AN = tratamento com *A. nodosum*, C = tratamento controle. Dados apresentados com média \pm desvio padrão.



3.4 Desafio frente ao *Vibrio parahaemolyticus*

Os animais selecionados para o desafio com *V. parahaemolyticus* variaram de 7,53 g até 13,98 g, com uma média de 10,97 g \pm 1,40 g no tratamento SG, 10,25 g \pm 0,94 g no AN e 9,73 g \pm 0,96 g no C. Após 48 horas, as taxas de sobrevivência dos animais entre tratamentos e controles não apresentaram diferenças significativas: SG 40% \pm 1%; AN 43,33% \pm 2,08%; C 43,33% \pm 1,53%. Entretanto houve diferença entre os tratamentos no tempo de morte: o controle apresentou mortes mais rápidas do que os tratamentos algáceos (Tab. 3).

Tabela 2 - Mortalidade de camarões alimentados por diferentes tratamentos, em relação ao tempo, quando desafiados por *V. parahaemolyticus*.

Tempo de infecção (em horas)		Número de indivíduos/tratamento		
		<i>S. filipendula</i>	<i>A. nodosum</i>	Controle
14		16	13	17
18		1	1	
24		1	3	
Total	48	18	17	17

Resultados similares foram encontrados por Chen e Yeh (2008) em experimento com camarões desafiados por *V. alginolyticus* que foram submetidos a tratamento com algum tipo de carragenana, que começaram a morrer apenas após 12 horas, enquanto todos os animais do controle (apenas sal) morreram em até 12 horas. Segundo Chen e Hou (2004), o extrato quente e isolado de *G. tenuistipitata* pode ser utilizado como imunoestimulante para *L. vannamei*, já que foi reportado um aumento da sobrevivência desta espécie considerando animais infectados por *V. alginolyticus*.

Provavelmente, a concentração de macroalgas secas adicionadas na ração não tenha sido suficiente para causar algum efeito na sobrevivência dos camarões pós-infecção, e por isso não foram observadas diferenças significativas na sobrevivência entre tratamentos e controle. Entretanto, a mortalidade total do controle e a parcial dos tratamentos nas primeiras 14 horas indicam que as macroalgas podem estar atuando de alguma maneira na sobrevivência dos animais.

4 CONCLUSÃO

A adição de 0,5% de macroalgas pardas estimula o ganho de peso de camarão branco-do-pacífico, embora não afete a concentração de bactérias heterotróficas e *Vibrio* spp. no trato intestinal destes animais. Entretanto, tal inclusão não influencia na taxa de sobrevivência dos animais quando desafiados por *Vibrio parahaemolyticus*

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREATTA, R.; BELTRAME, E. **Aquicultura: Experiências Brasileiras**: Cultivo de Camarões Marinhos. Multitarefa Editora Ltda, p. 456, 2004.

ARAUJO, G. S.; FARIAS, W. R. L.; RODRIGUES, J. A. G.; TORRES, V. M.; PONTES, G. C. **Administração oral dos polissacarídeos sulfatados da rodofícea *Gracilaria caudata* na sobrevivência de pós-larvas de tilápia**. Revista Ciência Agronômica, Ceará, v. 39, n. 4, p. 548-554. Dezembro de 2008.

ATHUKORALA, Y.; LEE, K.-W.; SONG, C.; AHN, C.-B.; SHIN, T.-S.; CHA, Y.-J.; SHAHIDI, F.; JEON, Y.-J. **Potencial antioxidant activity of marine red algae *Grateloupia filicina* extracts**. Journal of Food Lipids, v. 10: p. 251–265. Setembro de 2003.

BACHÈRE, E. **Shrimp immunity and disease control**. Aquaculture, v. 191, p. 3-11, 2000.

BARROSO, F. E. C.; RODRIGUES, J. A. G.; TORRES, V. M.; SAMPAIO, A. H.; FARIAS, W. R. L. **Efeito do polissacarídeo sulfatado extraído da alga marinha vermelha *Botryocladia occidentalis* nas pós-larvas do camarão *Litopenaeus vannamei***. Revista Ciência Agronômica, v. 38, n. 1. P. 58-63. Ceará, 2007

CARDENAS, J. V.; GALVES, A. O.; BRITO, L. O.; GALARZA, E. V.; PITTA, D. C.; VERGARA, V. **Assessment of different levels of green and brown seaweed meal in experimental diets for whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*, Boone) in recirculating aquaculture system**. Aquaculture International, v. 23, p. 1491-1504. Dezembro de 2015.

CHANG, C. F.; CHEN, H. Y.; SU, M. S.; LIAO, I. C. **Immunomodulation by dietary β -1, 3-glucan in the brooders of the black tiger shrimp *Penaeus monodon***. Fish & Shellfish Immunology, v. 10, p. 505-514. 2000.

CHEN, J. C.; YEH S. T. **Immunomodulation by carrageenans in the white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*.** Aquaculture, v. 276, p. 22-28. Taiwan, Fevereiro de 2008.

CHEN, J-C.; HOU, W-Y. **The immunostimulatory effect of hot-water extract of *Gracilaria tenuistipitata* on the white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*.** Fish & Shellfish Immunology, v. 19, p. 127-138. Taiwan, Agosto de 2005.

CHOTIGEAT, W; TONGSUPA, S.; SUPATAMAYA, K.; PHONGDARA, A. **Effect of fucoidan on disease resistance of black tiger shrimp.** Aquaculture, v. 233, p. 23-30. Tailândia, Abril de 2004.

DA SILVA, R. L.; BARBOSA, J. M. **Seaweed meal as a protein source for the white shrimp *Litopenaeus vannamei*.** Journal of Applied Phycology, v. 21, p. 193-197. Abril de 2009.

HAFEZIEH, M.; AJDARI, D.; AJDEHAKOSH, P.; HOSSEINI S.H. **Using Oman Sea *Sargassum illicifolium* meal for feeding white leg shrimp *Litopenaeus vannamei*.** Iranian Journal of Fisheries Sciences, v. 13, p. 73-80. Julho de 2014.

FAO, in: **The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA).** Topics Fact Sheets. Text by Jean- Francois Pulvenis, FAO Fisheries and Aquaculture Department, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/sofia/en>> Acesso em novembro de 2016

FUJIKI, K.; MATSUYAMA, H.; YANO, T. **Effect of hot-water extracts from marine algae on resistance of carp and yellowtail against bacterial infections.** Science Bulletin, Faculty of Agriculture. Kyushu University v. 47, p. 137. 1992.

HOU, W. Y.; CHEN, J. C. **The immunostimulatory effect of hot-water extract of *Glacilaria tenuistipitata* on the white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*.** Fish & Shellfish Immunology, v. 19, p. 127-138. Taiwan, novembro de 2004.

HUANG, X.; ZHOU, H.; ZHANG, H. **The effect of *Sargassum fusiforme* polysaccharide extracts on vibriosis resistance and immune activity of the shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*.** Fish & Shellfish Immunology, v. 20, p. 750 – 757. 2006. Maio de 2006.

IMMANUEL, G.; SIVAGNANAVELMURUGAN, M.; MARUDHUPANDI, T.; RADHAKRISHNAN, S.; PALAVESAM, A. **The effect of fucoidan from brown seaweed *Sargassum wightii* on WSSV resistance and immune activity in shrimp *Penaeus monodon* (Fab).** Fish & Shellfish Immunology, v. 32, p. 551-564. India, Janeiro de 2012.

KASTHURI, B., 1998. **Antimicrobial activity of selected species of seaweeds on pathogenic and non pathogenic bacteria.** M. Sc. Dissertation. M.S. University, Tirunelveli, Tamilnadu, India.

LIMA, P. C. W. C.; TORRES, V. M.; ARIÉVILO, J. **Efeito dos polissacarídeos sulfatados da alga marinha parda *Spatoglossum schroederi* em juvenis de *Litopenaeus vannamei*.** Revista Ciência Agronômica, v. 40, n. 1, p. 79-85. Ceará, Janeiro – Março de 2009.

MIRANDA, E. E.; SOTO, M. N.; VEGA, M. E. R.; BAEZA, A. M.; VALDEZ, P. P. **Effects of methanolic macroalgae extracts from *Caluerpa sertularioides* and *Ulva lactuca* on *Litopenaues vannamei* survival in the presence of *Vibrio* bacteria.** Fish & Shellfish Immunology, v. 51, p. 346-350. México, Fevereiro de 2016.

PEÑAFLOIDA, V.; GOLEZ, N. 1996. **Use of seaweed meals from *Kappaphycus alvarezii* and *Gracilaria heteroclada* as binders in diets for juvenile shrimp *Penaeus monodon*.** Aquaculture, v. 143, p. 393-401. Filipinas, Agosto de 1996.

RAMIREZ, N. C. B. 2011. **Avaliação de uso probiótico, prebiótico e simbiótico na microbiota intestinal de *Litopenaeus vannamei*.** Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

ROBERTSON, L., LAWRENCE, A.L., CASTILLE, F.L. **Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Boone).** Aquaculture Research, v. 24, p. 01-06. Estados Unidos, Janeiro de 1993.

SAKAI, M. **Current research status of fish immunostimulants.** Aquaculture, v. 172, p. 63–92. 2009

SUAREZ, L. E. C.; SALAZAR, M. T.; LOPEZ, N. M. G.; BARBOSA, C. G.; MARIE, D. R. **Comparison of *Ulva clathrata* and the kelps *Macrocystis pyrifera* and *Ascophyllum nodosum* as ingredients in shrimp feeds.** Aquaculture Nutrition, v. 15, p. 421-430. México, 2009.

VINATEA, L. A. A. **Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões.** 2 ed. Rev e ampl. Editora da UFSC, p. 231, Florianópolis, 2004.